

519,737

(12) NACH DEM VEREIN ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Januar 2004 (08.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/003442 A1

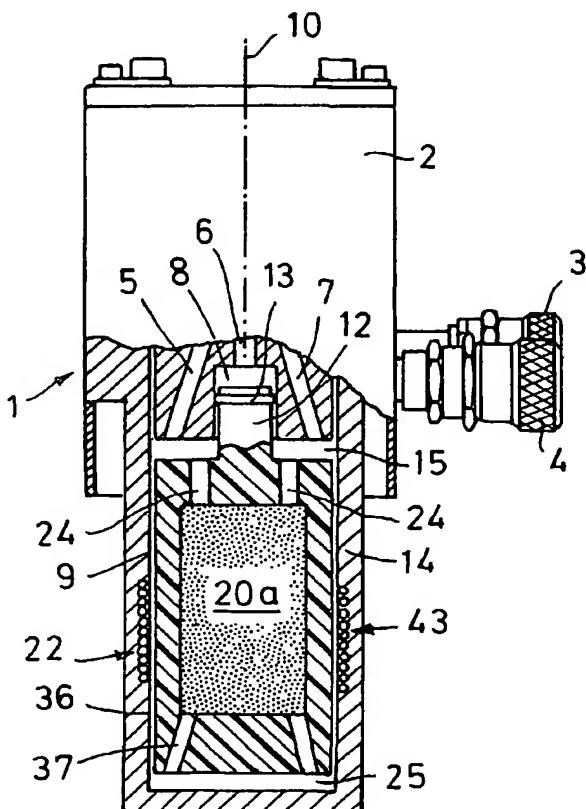
- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F25B 9/14**
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP2003/004980**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
13. Mai 2003 (13.05.2003)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:
102 29 311.2 29. Juni 2002 (29.06.2002) **DE**
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LEYBOLD VAKUUM GMBH [DE/DE]; Bonner Strasse 498, 50968 Köln (DE).**

- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DIETZ, Holger [DE/DE]; Ratherstrasse 19, 51149 Köln (DE). DUBBELFELD, Heinz-Josef [DE/DE]; Spielmannsgasse 10, 50321 Brühl (DE). MELICHAR, Jiri [DE/DE]; Am Feldrain 74, 50999 Köln (DE). PERSCH, Axel [DE/DE]; Berrenrathstrasse 394, 50937 Köln (DE). PIETRANGELI, Mario [IT/DE]; Frankenstrasse 34, 50354 Hürth (DE). SCHNACKE, Ernst [DE/DE]; Merheimer Strasse 165, 50733 Köln (DE). SIEGEL, André [DE/DE]; Steigstrasse 12, 88131 Lindau/Bodensee (DE). VEIT, Axel [DE/DE]; Quellenweg 31, 50259 Pulheim (DE).**
- (74) Anwalt: **LEINWEBER, Jürgen; Aggerstr. 24, 50859 Köln (DE).**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: REFRIGERATOR COMPRISING A REGENERATOR

(54) Bezeichnung: REFRIGERATOR MIT REGENERATOR



(57) Abstract: The invention relates to a refrigerator (1) comprising a housing (2, 14, 19), a cylindrical working chamber (15, 21), a cylindrical displacing member (11, 17), a gap (36, 38) which is located between the housing and the displacing member, a regenerator which is disposed inside the displacing member, and a device alternately supplying the working chamber with an effective high-pressure gas and an effective low-pressure gas. In order to overcome the disadvantages associated with gas streams occurring in the gap (36, 38), an additional regenerator (cracked gas regenerator, 43) is assigned to the gap (36, 38).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Refrigerator (1) mit einem Gehäuse (2, 14, 19), mit einem zylindrischen Arbeitsraum (15, 21), mit einem zylindrischen Verdränger (11, 17), mit einem zwischen dem Gehäuse und dem Verdränger befindlichen Spalt (36, 38), mit einem im Verdränger befindlichen Regenerator und mit einer Einrichtung zur alternierenden Versorgung des Arbeitsraumes mit Hochdruck- und Niederdruck-Arbeitsgas; um die mit Gasströmungen im Spalt (36, 38) verbundenen Nachteile zu beseitigen, wird vorgeschlagen, dass dem Spalt (36, 38) ein weiterer Regenerator (43) (Spaltgas-Regenerator) zugeordnet ist.

WO 2004/003442 A1



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmung~~s~~staaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Refrigerator mit Regenerator

Die Erfindung bezieht sich auf einen Refrigerator mit einem Gehäuse, mit einem zylindrischen Arbeitsraum, mit einem zylindrischen Verdränger, mit einem zwischen dem Gehäuse und dem Verdränger befindlichen Spalt, mit einem im Verdränger befindlichen Regenerator und mit einer Einrichtung zur alternierenden Versorgung des Arbeitsraumes mit Hochdruck- und Niederdruck-Arbeitsgas.

Refrigeratoren sind Tieftemperatur-Kältemaschinen, in denen thermodynamische Kreisprozesse ablaufen (vgl. z.B. die US-PS 29 06 101). Ein einstufiger Refrigerator umfasst im wesentlichen einen Arbeitsraum mit einem Verdränger. Der Arbeitsraum wird alternierend mit einer Hochdruck- und einer Niederdruckgasquelle verbunden, so dass während der erzwungenen Hin- und Herbewegung des Verdrängers der thermodynamische Kreisprozess (Stirling-Prozess, Gifford-McMahon-Prozess usw.) abläuft. Dabei wird das Arbeitsgas in einem geschlossenen Kreislauf geführt. Die Folge ist, dass einem bestimmten Bereich des Arbeitsraumes und des Verdrängers Wärme entzogen wird. Mit zweistufigen Refrigeratoren dieser Art und Helium als Arbeitsgas lassen sich z. B. Temperaturen bis weit unter 10° K erzeugen.

Wesentlicher Bestandteil eines Refrigerators ist der Regenerator, durch den das Arbeitsgas vor und nach der Entspannung strömt. Der Regenerator befindet sich üblicherweise innerhalb des im wesentlichen zylindrisch gestalteten Verdrängers. Der Regeneratorwerkstoff muss zum einen gut wärmespeichernde Eigenschaften haben, damit ein ausreichend hoher Wärmeaustausch zwischen dem Arbeitsgas und dem Regenerator stattfindet. Zum anderen müssen sowohl der Verdränger, insbesondere das Verdrängergehäuse, als auch das Zylindergehäuse schlecht wärmeleitend sein, da sonst die auf der kalten Seite des Arbeitsraumes und des Verdrängers entzogene Wärme durch Wärmeleitung schnell wieder ersetzt würde.

Es ist bekannt, als Werkstoff für das Zylindergehäuse Edelstahl einzusetzen. Edelstahl hat bei den hier betroffenen sehr tiefen Temperaturen eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit. Allerdings scheidet Edelstahl als Werkstoff dann aus, wenn der Refrigerator im Bereich von Magnetfeldern eingesetzt wird (z.B. in Kernspintomographen). In solchen Fällen besteht das Zylindergehäuse aus Novetex (kunststoffgetränkte Baumwollfaser) oder Werkstoffen mit ähnlichen Eigenschaften. Novetex hat sich insbesondere als Werkstoff für das Verdrängergehäuse bewährt. Als Regeneratormaterialien sind Netze, Kugeln oder Wolle aus Bronze (vorzugsweise für die erste Stufe) und Bleikugeln (vorzugsweise für die zweite Stufe) bekannt.

Bei Refrigeratoren der hier betroffenen Art lässt es sich nicht vermeiden, dass auch im Spalt zwischen Gehäuse und Verdränger ein Gasstrom stattfindet. Dieser

hat ebenfalls die nachteilige Wirkung, dass er zum Wärmeaustausch zwischen dem kalten und dem warmen Ende des Verdrängers beiträgt. Der Wärmeeintrag in die Expansionskammer (kaltes Ende des Arbeitsraumes) reduziert die Leistungsfähigkeit des gesamten Refrigerators.

Um den Gasstrom durch den Spalt im Vergleich zum Gasstrom durch den Regenerator klein zu halten, sind die Konstrukteure von Refrigeratoren der hier betroffenen Art bisher den Weg gegangen, diesen Spalt möglichst eng zu gestalten und/oder Dichtungen einzusetzen. Maßnahmen dieser Art sind aufwendig und damit kostspielig. Dieses gilt insbesondere für die Dichtungen, die ihre Aufgabe bei den extrem tiefen Temperaturen erfüllen müssen. Sie bestehen üblicherweise aus Kunststoffen, die mit zunehmender Laufzeit schrumpfen. Die Einhaltung enger Toleranzen ist nicht möglich.

Ein Refrigerator der eingangs erwähnten Art ist aus der US-A-54 81 879 bekannt. Um die mit der Spaltströmung verbundenen Nachteile zu reduzieren, wird vorgeschlagen, entweder die Außenfläche des Verdrängers oder die Innenfläche des Gehäuses mit einem oder mehreren wendelförmigen Nuten auszurüsten. Durch diese Maßnahme soll erreicht werden, dass sich die Gase länger im Spalt aufhalten, so dass ein verbesserter Temperaturausgleich zwischen dem strömenden Gas und den angrenzenden Bauteilen stattfindet. Nachteilig an dieser Lösung ist, dass der Spalt immer noch relativ eng sein muss, um zu erreichen, dass das Gas wendelförmig strömt. Außerdem findet ein schneller Wärmetausch zwischen dem Gas und den angrenzenden Bauteilen nicht

statt, da diese aus Werkstoffen bestehen, die nicht nur - wie bereits erwähnt - über eine geringe Wärmeleitfähigkeit sondern auch über eine geringe Wärmespeicherkapazität verfügen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Refrigerator der eingangs erwähnten Art zu schaffen, bei dem die mit den Spaltgasströmen verbundenen Nachteile beseitigt sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche gelöst.

Durch die Maßnahmen nach der Erfindung wird der Spaltgasstrom vollständig regeneriert. Die beim Stand der Technik im wesentlichen nicht existierende Wärmespeicher- bzw. Regenerationsfähigkeit der Spaltumschließungsflächen wird bei einem Refrigerator nach der Erfindung durch die Einbettung eines Materials mit hoher Wärmekapazität in die Spaltumschließungsflächen, z.B. auf der Außenseite des Verdrängers und/oder auf der Innenseite des Zylindergehäuses, geschaffen. Die Leistungsfähigkeit des Refrigerators wird nicht nur dadurch verbessert, dass ein unerwünschter Wärmeeintrag in den Expansionsraum nicht mehr stattfindet, sondern auch dadurch, dass der beim Stand der Technik im wesentlichen allein wirksame, den Regenerator des Verdrängers durchströmende Gasmassenstrom durch den regenerierten Spaltgasmassenstrom erhöht wird.

Zweckmäßig ist die Speicherfähigkeit des Spaltgasregenerators so bemessen, dass der Spaltgas-Massenstrom mit

zunehmender Laufzeit des Kaltkopfes größer werden kann, ohne dass es zu Leistungseinbußen des Kaltkopfes kommt. Die erforderliche Dichtwirkung zwischen Verdränger und Zylinderwand unterliegt bei der Verwendung eines Spaltgasregenerators völlig neuen Betriebsbedingungen. Im Prinzip ist es unwichtig, wie groß der Spaltgas-Massenstrom ist. Es muss lediglich immer soviel Wärme an den Spaltgasregenerator abgegeben werden, dass der Spaltgas-Massenstrom den Expansionsraum im wesentlichen mit der Temperatur des Expansionsraumes erreicht. Ein Refrigerator nach der Erfindung kann wesentlich unkomplizierter aufgebaut werden; vor allem die Dichtung kann deutlich vereinfacht werden oder gar entfallen. Neben einer Fertigung mit einfach zu realisierenden Maßvorgaben, kann man zusätzlich auf "Standard-Dichtungsringe" zurückgreifen. Der Kühler wird hierdurch billiger, einfacher und langlebiger.

Besonders vorteilhaft ist der Einsatz der erfindungsgemäßen Idee in der zweiten Stufe eines zweistufigen Refrigerators.

Weitere Vorteile und Einzelheiten sollen an Hand von in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden. Es zeigen

- Figur 1 einen zweistufigen Refrigerator nach dem Stand der Technik,
- Figur 2 einen Teilschnitt mit einem Spaltgas-Regenerator nach der Erfindung,

- Figur 3 einem erfindungsgemäß ausgebildeten einstufigen Refrigerator und
- Figur 4 eine weitere Lösung für die Gestaltung eines Spaltgas-Regenerators.

In der Figur 1 ist ein zweistufiger Gifford-McMahon-Refrigerator 1 nach dem Stand der Technik dargestellt. Im Gehäuse 2 ist in nicht näher dargestellter, an sich bekannter Weise ein Ventilsystem untergebracht, das in einer bestimmten Reihenfolge eine Hochdruck- und eine Niederdruckgasquelle, die an den Anschlussstutzen 3 und 4 angeschlossen sind, mit den Kanälen 5, 6 und 7 verbindet. Der Kanal 6 mündet in einen Zylinder 8, in dem sich ein mit dem Verdränger 9 der ersten Stufe 11 des Refrigerators befindlicher Antriebskolben 12 befindet. Anstelle des Kolbenantriebs kann auch ein Kurbelantrieb eingesetzt werden. Ein den Kolben 12 gegenüber der Innenwand des Zylinders 8 abdichtender Ring ist mit 13 bezeichnet. Mit Hilfe dieses Antriebs wird der Verdränger 9 im vom zylindrischen Gehäuse 14 gebildeten Arbeitsraum 15 hin- und herbewegt. Über den Stift 16 ist der Verdränger 17 der zweiten Stufe 18 des Refrigerators mit dem Verdränger 9 der ersten Stufe verbunden, so dass auch der Verdränger 17 der zweiten Stufe im vom zylindrischen Gehäuse 19 gebildeten Arbeitsraum 21 eine Hin- und Herbewegung ausführt. Die Achse des gesamten Systems ist mit 10 bezeichnet.

Die Verdränger 9 und 17 sind im wesentlichen zylindrisch gestaltet. Ihre Gehäuse 22 und 23 bilden Hohlräume 20a bzw. 20b, die der Unterbringung der Regenera-

toren dienen. Sie bestehen z. B. aus Bronzenetzen in der ersten Stufe und aus Bleikugeln in der zweiten Stufe.

Über die Kanäle 5 und 7 wird das Arbeitsgas zu- bzw. abgeführt. Es strömt über die Bohrungen 24, durch den Regenerator des Verdrängers 9 und durch die Bohrungen 37 in den Expansionsraum 25, welcher der untere Teil des Arbeitsraumes 15 ist. Dort expandiert es und entzieht diesem Bereich der ersten Stufe 11 des Refrigerators Wärme. Das vorgekühlte Gas strömt weiter durch die Bohrung 27 im Verdränger 17 der zweiten Stufe 18, durch den im Innenraum 20b dieses Verdrängers 17 liegenden Regenerator und durch die Bohrung 28 am unteren Ende des Verdrängers 17 in den Expansionsraum 29 der zweiten Stufe 18. Dort erfolgt eine weitere Expansion mit diesem Bereich der zweiten Stufe abkühlender Wirkung. Über den gleichen Weg strömt das Gas zurück und kühlt die Regeneratormaterialien ab, so dass die im nächsten Zyklus wieder einströmenden Gase im Regenerator bereits vorgekühlt werden. Zur Abdichtung der Verdränger 9 und 17 gegenüber ihren zugehörigen Kammerwandungen 14 und 19 dienen Dichtringe 31 und 32, die in Außennuten 33 und 34 der Verdrängerwandungen untergebracht sind. Die Spalte zwischen den Verdrängern 11, 17 und den zylindrischen Gehäusen 14, 19 der Arbeitsräume 15, 21 sind mit 36 bzw. 38 bezeichnet.

Figur 2 ist eine stark schematisierte Teilskizze mit einer Lösung nach der Erfindung, die sowohl in der ersten als auch in der zweiten Stufe eines Refrigerators nach Figur 1 eingesetzt werden kann. Durch Doppelpfeile

41 im Regenerator (im Hohlraum 20a, 20b des Verdrängers 9 bzw. 17) bzw. 42 (im Spalt 36, 38) sind der Hauptgasmassenstrom und der Spaltgasmassenstrom angedeutet. Dem Spaltgasmassenstrom 42 ist ein zusätzlicher Regenerator 43 zugeordnet. Es handelt sich um eine in axialer Richtung einlagige Drahtwicklung, die spaltseitig in die Gehäusewand 22, 23 des Verdrängers 9, 17 eingebettet ist. Sie besteht für den Fall des Einsatzes des weiteren Regenerators 43 in der ersten Stufe 9 z.B. aus Bronze (?), für den Fall des Einsatzes in der zweiten Stufe z.B. aus Blei. Es ist zwar noch eine Dichtung 31, 32 dargestellt; hohen Dichtheitsanforderungen muss sie nicht mehr genügen. Sie kann sogar entfallen, wenn sichergestellt ist, dass der Spaltgasmassenstrom im wesentlichen vollständig regeneriert wird.

Figur 3 zeigt eine einflutige Ausführung eines Refrigerators 1. Im Gegensatz zur Lösung nach Figur 2 ist der Spaltgasregenerator 43 Bestandteil der Gehäusewand 14 des Refrigeratorgehäuses. Falls nötig können Spaltgasregeneratoren 43 der beschriebenen Art auch beidseitig der Spalte 36, 38 angeordnet sein.

Figur 4 zeigt schließlich noch eine Ausführung mit einem Spaltgasgenerator 43, der bei der dargestellten Ausführungsform in den Verdränger 17 der zweiten Stufe 18 integriert ist, und zwar im Bereich seines warmen Endes. Dazu ist im Gehäuse 23 des Verdrängers 17 ein Hohlraum 44 vorgesehen, in dem sich Regeneratorwerkstoff befindet. Über axial beabstandete Radialbohrungen 45, 46 steht der Hohlraum 44 eintrittsseitig und austrittsseitig mit dem Spalt 38 in Verbindung. Zwi-

schen den Mündungen der Radialbohrungen 45, 46 in den Spalt 38 befindet sich eine Dichtung 47. Diese Dichtung muss ebenfalls keinen hohen Dichtheitsanforderungen genügen. Es muss lediglich sicher gestellt sein, dass die Druckdifferenz, die von der Dichtung 47 erzeugt wird, größer ist als die Druckdifferenz, erzeugt vom Regenerator 43. Dadurch wird erreicht, dass die von der warmen Seite des Verdrängers 17 zu seiner kalten Seite durch den Spalt 38 strömenden Gase nahezu vollständig den Regenerator 43 durchströmen, so dass die gewünschte Regenerationswirkung auch in Bezug auf die Spaltgase eintritt.

Um die Menge der den Spalt 38 durchströmenden Gase insgesamt zu begrenzen, kann endseitig (warmes Ende) eine weitere Dichtung 48 im Spalt 38 vorhanden sein. Bei optimierter Auslegung der Strömungswiderstände, erzeugt durch die Dichtung 47 und den Regenerator 43 kann diese Dichtung jedoch entfallen.

Im Zusammenhang mit der Lösung nach Figur 4 ist noch eine Variante zweckmäßig. Der Raum 44 kann über eine etwa axial gerichtete Bohrung unmittelbar mit dem Kanal 27 verbunden sein. Diese Lösung hat die Wirkung, dass die Druckdifferenz über die Dichtung 47 kleiner ist, insbesondere dann, wenn auf die Bohrung 45 verzichtet wird.

Refrigerator mit Regenerator

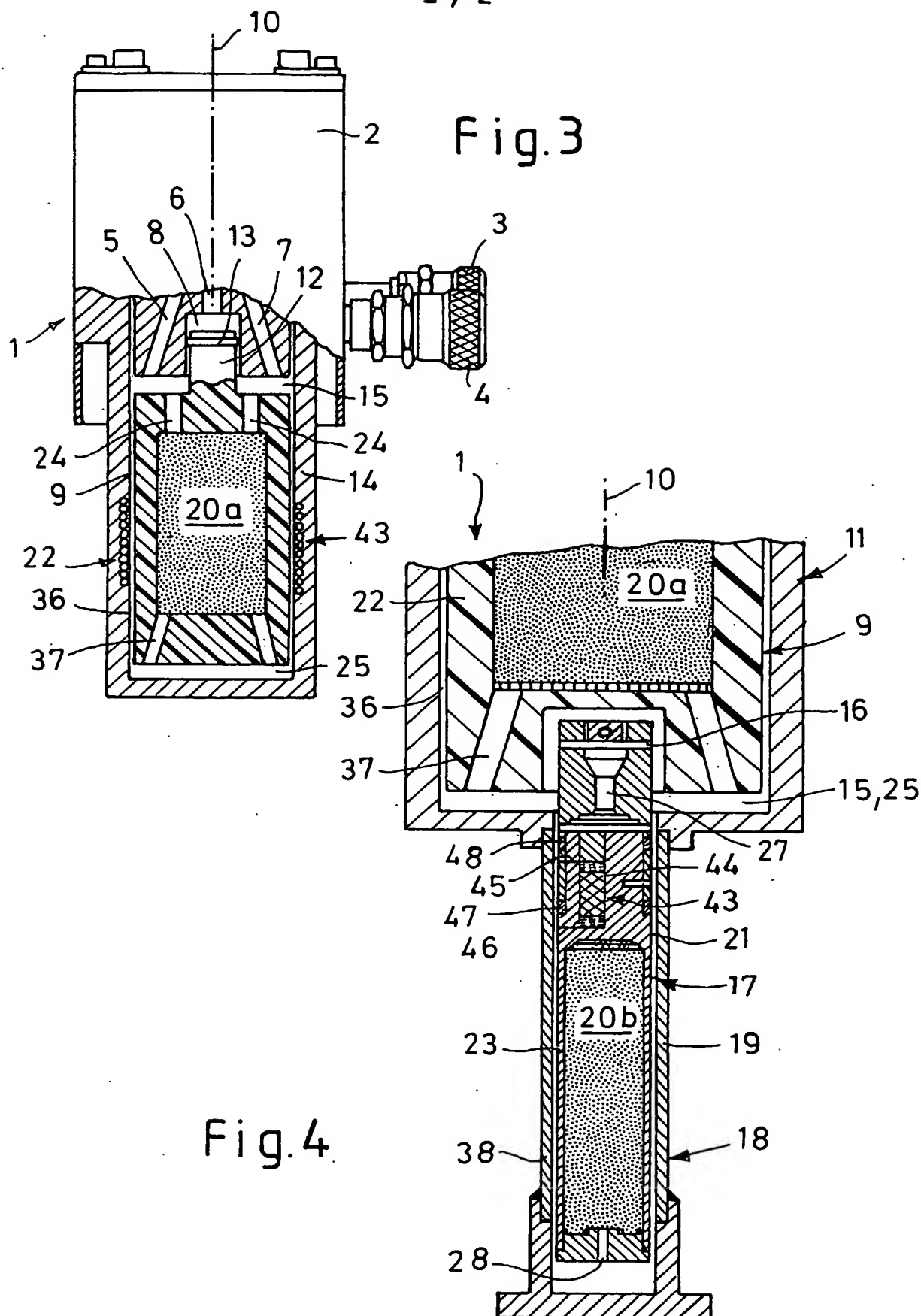
PATENTANSPRÜCHE

1. Refrigerator (1) mit einem Gehäuse (2, 14, 19), mit einem zylindrischen Arbeitsraum (15, 21), mit einem zylindrischen Verdränger (11, 17), mit einem zwischen dem Gehäuse und dem Verdränger befindlichen Spalt (36, 38), mit einem im Verdränger befindlichen Regenerator und mit einer Einrichtung zur alternierenden Versorgung des Arbeitsraumes mit Hochdruck- und Niederdruck-Arbeitsgas, dadurch gekennzeichnet, dass dem Spalt (36, 38) ein weiterer Regenerator (43) (Spaltgas-Regenerator) zugeordnet ist.
2. Refrigerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er zweistufig ausgebildet ist und dass seine zweite Stufe mit dem Spaltgas-Regenerator (43) ausgerüstet ist.
3. Refrigerator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Spaltgas-Regenerator (43) eine in axialer Richtung einlagige Drahtwicklung ist, die spaltseitig in der Gehäusewand (22, 23)

des Verdrängers und/oder spaltseitig in der Gehäusewand (14, 19) des Refrigeratorgehäuses angeordnet ist.

4. Refrigerator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Spaltgas-Regenerator (43) in einem Hohlraum (44) untergebracht ist, der sich im Gehäuse (22, 23) des Verdrängers (9, 17) befindet.
5. Refrigerator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (44) über axial beabstandete Radialbohrungen (45, 46) mit dem Spalt (36, 38) in Verbindung steht, dass sich zwischen den Mündungen der Radialbohrungen (45, 46) in den Spalt (36, 38) eine Dichtung (47) befindet und dass der Druckabfall über die Dichtung (47) größer ist als der Druckabfall über den Regenerator (43).
6. Refrigerator nach Anspruch 2 und einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Hohlraum (44) für Spaltgas-Regenerator (43) im Bereich des warmen Endes des Verdrängers (18) der zweiten Stufe befindet.
7. Refrigerator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere Dichtung (48) vorgesehen ist, die in Bezug auf die Lage der Dichtung (47) am warmen Ende des Verdrängers (18) befindet.

Fig. 1 is a cross-sectional view of a mechanical assembly. It shows a vertical shaft (9, 17) with a series of rollers (22, 23) and a top cap (36, 38). The shaft is positioned within a housing (20a, 20b) which has a central opening (41). A base (43) is at the bottom. Arrows indicate vertical movement of the shaft.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Patent Application No
EP 03/04980

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F25B9/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F25B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 12 77 634 B (PHILIPS NV) 12 September 1968 (1968-09-12)	1, 2, 4
A	column 8, line 50 -column 9, line 59; figures 9-11	5
A	--- DE 20 63 555 A (PHILIPS NV) 15 July 1971 (1971-07-15) page 4, last paragraph -page 8, last paragraph; figures 1-3	1-3
A	--- DE 24 42 556 A (PHILIPS NV) 13 March 1975 (1975-03-13) page 6, paragraph 3 -page 8, paragraph 1; figure --- -/--	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 September 2003

Date of mailing of the international search report

25/09/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boets, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int.

Patent Application No

EP 03/04980

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 398 511 A (NAKAGAWA SHUUICHI ET AL) 21 March 1995 (1995-03-21) column 4, line 9 -column 6, line 48; figures 4-11 ----	1,2
A	US 4 366 676 A (PAULSON DOUGLAS N ET AL) 4 January 1983 (1983-01-04) column 3, line 28 -column 8, line 55; figures 1-10 ----	1,2
A	US 3 148 512 A (HOGAN WALTER H ET AL) 15 September 1964 (1964-09-15) ----	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 10, 31 August 1998 (1998-08-31) -& JP 10 122683 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 15 May 1998 (1998-05-15) abstract -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No
EP 03/04980

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1277634	B	12-09-1968	NL 6500680 A	21-07-1966
			AT 264929 B	25-09-1968
			BE 675289 A	18-07-1966
			CH 458413 A	30-06-1968
			DK 116833 B	16-02-1970
			FR 1465036 A	22-03-1967
			GB 1139885 A	15-01-1969
			SE 320988 B	23-02-1970
			US 3355882 A	05-12-1967
DE 2063555	A	15-07-1971	BE 760939 A1	28-06-1971
			CA 921716 A1	27-02-1973
			DE 2063555 A1	15-07-1971
			FR 2074337 A5	01-10-1971
			GB 1335854 A	31-10-1973
			NL 7018755 A	01-07-1971
			SE 353385 B	29-01-1973
DE 2442556	A	13-03-1975	NL 7312488 A	13-03-1975
			CA 997578 A1	28-09-1976
			CH 574588 A5	15-04-1976
			DE 2442556 A1	13-03-1975
			FR 2243401 A1	04-04-1975
			GB 1483356 A	17-08-1977
			IN 142117 A1	04-06-1977
			IT 1020734 B	30-12-1977
			JP 953924 C	31-05-1979
			JP 50055951 A	16-05-1975
			JP 53032913 B	11-09-1978
			SE 406369 B	05-02-1979
			SE 7411325 A	12-03-1975
			US 4019336 A	26-04-1977
US 5398511	A	21-03-1995	JP 2910438 B2	23-06-1999
			JP 5332627 A	14-12-1993
US 4366676	A	04-01-1983	NONE	
US 3148512	A	15-09-1964	FR 1396651 A	23-04-1965
			GB 1060388 A	01-03-1967
JP 10122683	A	15-05-1998	JP 3390612 B2	24-03-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In nationales Aktenzeichen

EP 03/04980

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F25B9/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F25B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 12 77 634 B (PHILIPS NV) 12. September 1968 (1968-09-12)	1, 2, 4
A	Spalte 8, Zeile 50 - Spalte 9, Zeile 59; Abbildungen 9-11 ---	5
A	DE 20 63 555 A (PHILIPS NV) 15. Juli 1971 (1971-07-15) Seite 4, letzter Absatz - Seite 8, letzter Absatz; Abbildungen 1-3 ---	1-3
A	DE 24 42 556 A (PHILIPS NV) 13. März 1975 (1975-03-13) Seite 6, Absatz 3 - Seite 8, Absatz 1; Abbildung --- -/-	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. September 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/09/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Boets, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	US 5 398 511 A (NAKAGAWA SHUICHI ET AL) 21. März 1995 (1995-03-21) Spalte 4, Zeile 9 - Spalte 6, Zeile 48; Abbildungen 4-11 ---	1,2
A	US 4 366 676 A (PAULSON DOUGLAS N ET AL) 4. Januar 1983 (1983-01-04) Spalte 3, Zeile 28 - Spalte 8, Zeile 55; Abbildungen 1-10 ---	1,2
A	US 3 148 512 A (HOGAN WALTER H ET AL) 15. September 1964 (1964-09-15) ---	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 10, 31. August 1998 (1998-08-31) -& JP 10 122683 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 15. Mai 1998 (1998-05-15) Zusammenfassung -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Ini ales Aktenzeichen

EP 03/04980

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1277634	B	12-09-1968	NL 6500680 A 21-07-1966
		AT 264929 B 25-09-1968	
		BE 675289 A 18-07-1966	
		CH 458413 A 30-06-1968	
		DK 116833 B 16-02-1970	
		FR 1465036 A 22-03-1967	
		GB 1139885 A 15-01-1969	
		SE 320988 B 23-02-1970	
		US 3355882 A 05-12-1967	
DE 2063555	A	15-07-1971	BE 760939 A1 28-06-1971
		CA 921716 A1 27-02-1973	
		DE 2063555 A1 15-07-1971	
		FR 2074337 A5 01-10-1971	
		GB 1335854 A 31-10-1973	
		NL 7018755 A 01-07-1971	
		SE 353385 B 29-01-1973	
DE 2442556	A	13-03-1975	NL 7312488 A 13-03-1975
		CA 997578 A1 28-09-1976	
		CH 574588 A5 15-04-1976	
		DE 2442556 A1 13-03-1975	
		FR 2243401 A1 04-04-1975	
		GB 1483356 A 17-08-1977	
		IN 142117 A1 04-06-1977	
		IT 1020734 B 30-12-1977	
		JP 953924 C 31-05-1979	
		JP 50055951 A 16-05-1975	
		JP 53032913 B 11-09-1978	
		SE 406369 B 05-02-1979	
		SE 7411325 A 12-03-1975	
		US 4019336 A 26-04-1977	
US 5398511	A	21-03-1995	JP 2910438 B2 23-06-1999
		JP 5332627 A 14-12-1993	
US 4366676	A	04-01-1983	KEINE
US 3148512	A	15-09-1964	FR 1396651 A 23-04-1965
		GB 1060388 A 01-03-1967	
JP 10122683	A	15-05-1998	JP 3390612 B2 24-03-2003